COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1887.

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les mouvements oscillatoires subordonnés;*
par M. DE JONQUIÈRES.

« A la suite de ma Communication du 4 juillet, concernant les mouvements simultanés de deux pendules suspendus bout à bout ([1]), notre savant Correspondant, M. le général Menabrea, a bien voulu me faire connaître un intéressant Mémoire présenté par lui à l'Académie de Turin, en 1854, sous le titre : *Études sur la théorie des vibrations,* où, reprenant avec des vues nouvelles ([2]) la théorie générale exposée par Lagrange au Tome I de la *Mécanique analytique,* il en fait (pages 30 et suivantes), parmi beau-

([1]) Voir les *Comptes rendus,* t. CV, p. 23 et 140.
([2]) Voir à ce sujet le § IV du Mémoire, p. 18.

coup d'autres, l'application au problème dont il s'agit, que Lagrange n'avait que très succinctement indiqué.

» Comme Lagrange, et ainsi que M. Resal l'a plus tard fait aussi de son côté en suivant une marche analogue et avec des résultats du même ordre, M. Menabrea suppose essentiellement (sans quoi les équations du mouvement ne seraient pas intégrables) non seulement que les deux pendules n'ont été, à l'instant initial, écartés que très peu de la position d'équilibre *stable* vers laquelle ils tendent sans cesse à revenir, mais encore qu'ils ne s'en éloignent jamais que *très peu* dans la suite du mouvement (p. 31), et, de la sorte, les équations sont notablement simplifiées.

» Dans la question présente, cette hypothèse préalable est admissible toutes les fois que la masse du pendule supérieur est la plus petite des deux, ou si, étant la plus grande, elle n'est pas trop prépondérante, c'est-à-dire si le rapport que j'ai appelé μ est < 1, ou même est < 10 *environ;* mais elle cesse de l'être lorsque μ excède cette limite. En effet, il arrive alors que les amplitudes du pendule inférieur, bien que très petites à l'origine du mouvement, s'accroissent bientôt et ne tardent pas à acquérir des valeurs d'autant plus grandes (30°, 40°, 50° et au delà) que μ est plus grand, en obéissant à la loi de périodicité alternée, indiquée au § III de ma Note précitée. Par suite, le phénomène ne demeure plus circonscrit dans les limites où l'analyse des savants auteurs espérait pouvoir le contenir, et il réclamait une étude particulière (jusqu'à nouvel ordre expérimentale) pour suppléer aux ressources de l'Analyse pure qui font alors en partie défaut, étude qui m'a permis d'approfondir la question dans ses affections les plus intimes.

» Je n'en ai pas moins été très satisfait de retrouver dans l'ancien et beau travail de M. Menabrea une confirmation, dans les conditions restreintes où il se place, de la deuxième conclusion du § II de ma Note, paragraphe où est établie, d'une manière générale, l'existence du mouvement caractéristique que j'ai appelé le *mouvement à contre* des deux pendules, qui peut, en effet, comme je l'ai dit, se produire seul dans certaines conditions, mais qui est le plus souvent superposé à l'autre mouvement composant que j'ai nommé le *mouvement d'ensemble* ([1]). J'ai, en outre, défini

---

([1]) Le passage du Mémoire du général Menabrea auquel je fais ici allusion est le suivant : « Si au contraire L' ou bien H' est nul, le point μ correspondant à p' ne sortira pas de la verticale et les deux pendules exécuteront des oscillations isochrones; mais, à cause que p'' est négatif, ils se trouveront toujours de côtés opposés de la verticale (voir p. 35). » C'est le cas, particulier, du 2° de mon § II.

dans tous les cas et exprimé avec une exactitude très satisfaisante les rythmes respectifs de ces deux mouvements par les formules (A) et (B), qui les mettent pratiquement en relief, en y ajoutant une troisième formule (P) concernant la loi des variations périodiques des amplitudes en fonction du rapport μ ([1]). Ce sont ces constatations et déterminations, nouvelles je crois, qui me paraissent donner quelque intérêt à ma Communication précitée, tant pour le problème posé en ces termes, que pour d'autres du même genre, par exemple pour celui du mouvement de la toupie dont le point pivote, avec frottement, sur la surface d'un support soumis lui-même à des oscillations pendulaires, lorsque la masse de ce support n'est pas assez grande pour le rendre insensible aux réactions nées du mouvement de la toupie, etc.

» Je termine en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire du *tirage à part* de ma Note précitée, où j'ai introduit quelques données numériques qui, faute d'espace, n'avaient pu trouver place dans les *Comptes rendus* de la séance du 4 juillet, et en exécutant ici même, sous ses yeux, les principales expériences dont j'ai eu l'honneur de lui donner la description. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les silicates de thorine.* Note de MM. L. TROOST et L. OUVRARD.

« Nous avons vu que l'étude des phosphates doubles, formés par la thorine et la zircone avec l'acide phosphorique et la potasse ou la soude ([2]),

---

([1]) Cette formule (P) est la suivante : $P = 2\sqrt{\mu}$; elle fait connaître le nombre P des oscillations du pendule inférieur pour une valeur quelconque donnée de μ, lorsque le rapport λ des longueurs des deux pendules est égal à l'unité, et, comme je l'ai dit, ce nombre P est, pour chaque valeur de μ, un maximum relativement à λ regardé comme variable. J'ai ajouté que, dans cette dernière hypothèse, où μ est constant et λ variable, P varie *à la façon* de l'ordonnée de la *courbe en cloche* où l'on prendrait l'abscisse x égale à $\lambda + 1$, mais la fonction P serait mieux caractérisée encore, si l'on disait qu'elle ressemble à la *courbe des pressions* des gaz de la poudre dans l'âme d'une bouche à feu de longueur indéfinie, surtout si l'on y emploie ce qu'on appelle une *poudre lente*, car la courbe (P) part de l'origine ($\lambda = 0$), comme la courbe des pressions, s'élève rapidement vers son maximum ($\lambda = 1$), et redescend (pour $\lambda > 1$) vers l'axe des λ par une branche d'abord rapidement inclinée, mais qui devient bientôt (vers $\lambda = 1,4$) lentement asymptotique.

([2]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1422, et t. CV, p. 30.

ne fournissent aucun argument pour rapprocher la thorine de la zircone. Le pyrophosphate de soude, en particulier, donne avec la thorine des phosphates doubles qui n'ont ni la même forme cristalline, ni la même composition que ceux que l'on obtient avec la zircone.

» L'étude des combinaisons de la thorine avec la silice va nous montrer un composé dans lequel cette base paraît s'éloigner encore davantage de la zircone. Nous avons préparé les silicates de thorine en chauffant un mélange de silice et de thorine avec du chlorure de calcium, employé comme fondant. En variant les conditions de température, nous avons pu obtenir deux silicates de composition et de forme cristalline complètement différentes.

» 1° En opérant à une température très élevée, voisine du rouge blanc, nous avons eu une masse cristalline qui, après refroidissement lent, a été traitée par l'eau bouillante pour enlever l'excès de chlorure de calcium. Les acides étendus ont ensuite dissous les cristaux de wollastonite qui s'étaient formés et qui se distinguaient facilement du reste de la masse.

» Le résidu était composé de petits cristaux prismatiques, insolubles dans les acides, mais attaquables par le bisulfate de potasse.

» Ces cristaux sont à extinction longitudinale; ils appartiennent au système orthorhombique.

» Leur densité déterminée à 16° est 6,82.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé
Silice	18,01	18,43
Thorine	81,80	81,57
	99,81	100,00

» Cette composition correspond à la formule $2ThO, SiO^2 (Th = 58,1)$ ou $Th'O^2, SiO^2 (Th' = 116,2)$. Il n'y a pas isomorphisme entre ce silicate de thorine et le zircon ZrO^2, SiO^2, mais la thorine peut y être regardée comme jouant le rôle d'un bioxyde.

» Cette conclusion reçoit un nouvel appui dans les expériences récentes de MM. Gerhard Krüss et L.-F. Nilson [1] qui, en déterminant la densité de vapeur du chlorure de thorium, ont obtenu des nombres qui se rapprochent du chiffre correspondant à la formule $Th'Cl^2$ tout en y restant constamment inférieurs.

---

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XX; juin 1887.

» Les dernières expériences que nous avons exécutées par la méthode de M. Dumas pour reprendre cette détermination, qui présente des difficultés spéciales, par suite des propriétés hygrométriques du chlorure de thorium anhydre, nous ont également fourni des nombres plus élevés que ceux des premiers essais faits par une autre méthode.

» Dans ces dernières expériences, l'excès de poids du ballon à la fin de l'opération est toujours supérieur au poids du chlorure qui y est resté; il est égal à la somme du poids de ce chlorure (que l'analyse détermine) et d'un faible poids d'oxyde, variable avec la surface du chlorure solide employé et avec la quantité de vapeur d'eau qui existait dans l'air, au milieu duquel on a transvasé le chlorure avant l'opération. Cet oxyde est le produit de la décomposition d'une certaine quantité de chlorure de thorium par la vapeur d'eau absorbée par ce dernier, au moment de son transvasement au contact de l'air plus ou moins humide du laboratoire. L'acide chlorhydrique qui résulte de cette décomposition est mis en liberté avant la vaporisation du chlorure; il est chassé en grande partie du ballon avec l'azote au moment de la vaporisation, si le chlorure a été employé en quantité suffisante; par suite, il n'influe que très faiblement sur la valeur obtenue pour la densité de vapeur.

» Il n'en était pas de même dans les essais faits par la méthode plus rapide de M. V. Meyer; l'acide chlorhydrique mis en liberté et les vapeurs de chlorure non altéré contribuaient tous deux à déplacer l'azote que l'on recueillait; et, comme la décomposition de 2^{vol} de vapeur du chlorure $Th'Cl^2 (Th' = 116,2)$ donne 8^{vol} de gaz acide chlorhydrique ($2HCl$), dont la densité est dix fois plus faible que celle du chlorure (1,247 au lieu de 12,96), il en résultait une diminution de la valeur à observer, d'autant plus notable, qu'on opérait nécessairement sur des poids relativement faibles de matière.

» 2° Si le premier silicate que nous venons de décrire peut fournir un argument pour donner à la thorine la formule d'un bioxyde, il n'en est plus de même du composé suivant :

» En opérant, non plus au rouge blanc, mais vers 1100°, on obtient un culot qui, refroidi lentement, est traité, comme dans le cas précédent, d'abord par l'eau bouillante, puis par les acides étendus. Il reste un mélange de cristaux transparents et de grains opaques. Ces cristaux sont inattaquables par les acides concentrés et par le bisulfate de potasse. Ce dernier réactif attaque lentement les grains opaques, qui deviennent plus faciles à éliminer par lévigation

» Un triage à la loupe est nécessaire pour isoler complètement les cristaux que l'on veut soumettre à l'analyse.

» Ces cristaux agissent énergiquement sur la lumière polarisée ; ils appartiennent au système triclinique ; l'angle d'extinction est d'environ 31°.

» Leur densité, prise à 25°, est 5,56.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Silice...........	29,61	31,00
Thorine.........	68,68	69,00
	98,29	100,00

» Cette composition correspond à un silicate de thorine ayant pour formule ThO, SiO^2 ($Th = 58,1$) ou $Th'O^2, 2SiO^2$ ($Th' = 116,2$).

» Le rapport de l'oxygène de l'acide à l'oxygène de la base est de 2 à 1, au lieu d'être de 2 à 2 comme dans le silicate de zircone.

» La composition et la forme cristalline de ce silicate de thorine tendent à éloigner cette base de la zircone, comme la composition et la forme cristalline du métaphosphate de thorine (1) l'éloignent de la silice dont on l'avait également rapprochée. »

CHIMIE. — *Nouvelles fluorescences, à raies spectrales bien définies.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Presque toutes les fluorescences anciennement connues donnent des spectres composés de bandes plus ou moins larges et diffuses ; les principales exceptions à cette règle s'observent avec les composés aluminiques chromifères (rubis, spinelle, etc.), avec le sulfate d'yttria additionné de sulfate de $Z\alpha$ (2) et, à un moindre degré, avec le sulfate d'yttria chargé de sulfate de $Z\beta$ (3).

» Après avoir ajouté à cette courte liste la galline chromifère, qui donne une raie rouge nette (4), je demande à l'Académie la permission de décrire

(1) *Comptes rendus,* t. CI, p. 210.

(2) Cette composition donne une raie jaune, nette ; c'est la raie *citron* de M. Crookes.

(3) La bande verte du spectre de renversement de $Z\beta$ est alors remplacée par deux bandes plus étroites, qui pourraient à la rigueur prendre le nom de *raies.*

(4) *Comptes rendus*, p. 1584, 6 juin 1887.

quelques nouvelles fluorescences vraiment remarquables, tant par le nombre de leurs raies distinctes, que par les positions de celles-ci. Ces fluorescences, souvent très éclatantes, s'obtiennent en prenant comme matières actives les oxydes de Sm, Zα, Zβ et comme dissolvants solides l'alumine ou la galline. Je commencerai par l'alumine samarifère.

» *Alumine et samarine.* — De l'alumine (¹) contenant $\frac{1}{1200}$ de samarine est traitée par un petit excès d'acide sulfurique; on chasse l'acide et on calcine pendant une ou deux minutes à une température située entre les points de fusion de l'argent et du cuivre. Dans le vide, cette préparation montre très faiblement les bandes fluorescentes du Sm.

» Avec $\frac{1}{50}$ de samarine, la fluorescence, de teinte orangée, est un peu plus marquée, quoique encore faible. On aperçoit trois bandes dont les positions diffèrent peu de celles qu'occupent les bandes produites par le renversement de l'étincelle d'induction sur une solution de chlorure de samarium. La bande rouge est extrêmement faible, l'orangée, qui est la plus facilement visible, porte un maximum (où raie très nébuleuse) tombant à peu près au milieu des deux maxima de la bande obtenue par renversement; enfin, la bande verte se distingue aisément, bien qu'elle soit moins lumineuse que l'orangée (²).

$Al^2O^3 + \frac{1}{50}Sm^2O^3$. *Modérément calciné.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
Bande rouge.	»	»	Non mesurable, mais paraissant occuper la même position que dans le spectre de renversement.
Bande orangée.	Vers 93,72	»	Commencement.
	96,95	599,7	Raie très nébuleuse se projetant sur la bande.
	Vers 98,53	»	Fin.
Bande verte.	Vers 104,92	»	Commencement.
	Vers 107,92	563,6	Milieu apparent de l'ensemble
	Vers 110,92	»	Fin.

(¹) Alumine exempte de Cr et, par suite, ne donnant pas la fluorescence rouge.

(²) Des bandes aussi indécises et faibles sont très difficiles à mesurer exactement; les positions indiquées ici ne sont donc qu'*approchées*.

Sm^2Cl^6. *Solution aqueuse. Procédé de renversement.*

	Mon micromètre.	λ.	Observations.
Bande rouge. β_1.	Vers 86,32	643,4	Milieu.
Bande orangée. α.	94,32 env.	»	Commencement.
	95,12	»	Commencement de l'éclairage principal.
	96,09 env. (¹)	602,8	Renforcement, ou raie *nébuleuse*.
	98,09	595,7	Renforcement plus marqué que le précédent.
	99,52	»	Fin de l'éclairage principal.
	Vers 100,32	»	Fin.
Bande verte. β_2.	Vers 105,12	»	Commencement.
	Vers 106,87	»	Commencement de l'éclairage principal.
	109,02 env.	»	Milieu du maximum de lumière.
	111,12 env.	»	Fin.

» De l'alumine contenant $\frac{1}{1200}$ de samarine donne, après énergique calcination au chalumeau à gaz, une fort belle fluorescence orangée, qui est encore plus brillante avec $\frac{1}{50}$ de samarine. Le spectre se compose principalement de raies presque étroites, ou un peu nébuleuses, qui forment trois groupes correspondant respectivement à chacune des trois bandes diffuses ci-dessus décrites, tout en étant moins réfrangibles. En chauffant le tube au vide avec une lampe à alcool, on affaiblit beaucoup la fluorescence.

$Al^2O^3 + \frac{1}{50}Sm^2O^3$. *Très fortement calciné* (²).

Mon micromètre.	λ.	Observations.
80,03 environ.	674,6	*Nébuleuse*. Très faible. Paraît être double.
η 82,65	661,4	Intensité assez modérée.
84,88	650,5	Faible. Beaucoup plus faible que η 82,65.
87,57	637,9	Faible. Très légèrement plus marquée que 84,88.
ε 90,54	625,3	Un peu nébuleuse, ou nébuleuse. Assez bien marquée.

(¹) La moyenne entre les deux renforcements est $\lambda = 599,25$ environ.

(²) Les présentes positions des raies sont celles qui résultent d'une première série de mesures ne paraissant pas être trop inexactes; elles ne doivent cependant être considérées que comme *positions approchées provisoires*.

Mon micromètre.	λ.	Observations.
91,22	622,4	Assez faible relativement au fond un peu éclairé du spectre. Un peu liée à la précédente.
α 91,96	619,3	Presque étroite. Beaucoup plus forte que ε 90,54.
(γ?) β 94,13	610,3	Un peu nébuleuse. Plus faible que α 91,96, mais plus forte que ε 90,54.
96,99	599,6	Assez faible. Nébuleuse.
99,75	590,1	Intensité modérée. Légèrement plus marquée que 96,99.
101,10	585,5	Faible, mais peu large.
δ 102,23	581,6	Légèrement plus faible que ε 90,54, mais bien moins nébuleuse.
(β?) γ 105,05	572,5	Presque étroite. Sensiblement plus forte que δ 102,23 et même légèrement plus forte que β 94,13 dans certains cas.
ζ 108,05	563,5	Nébuleuse. Sensiblement plus faible que δ 102,23.
111,01	554,8	Nébuleuse. Très faible.

» L'effet de l'application préalable d'une très haute température est donc le même sur l'alumine chromifère et sur l'alumine samarifère; il y a énorme augmentation d'éclat, production de raies étroites, ou presque étroites, et marche des maxima de lumière vers le rouge. »

CHIMIE. — *Fluorescence du spinelle.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Les spinelles naturels donnent une fluorescence rouge dont le spectre a été autrefois soigneusement décrit par M. Edm. Becquerel (1); la plupart des cristaux s'éclairent en rouge dans le tube au vide, mais chez quelques-uns cette couleur s'affaiblit et la teinte devient verdâtre. On voit alors au spectroscope une bande rouge et une bande verte plus marquée.

» Si l'on calcine fortement un mélange intime d'alumine purifiée (exempte de chrome) et de magnésie, on obtient un sable fin formé de spinelle qui ne donne pas de rouge, mais fluoresce en vert, assez peu lu-

(1) *La Lumière*, t. I, *fig.* 39.

mineux, se résolvant au spectroscope en une bande verte semblable à celle des spinelles naturels [1].

» En faisant entrer $\frac{1}{1000}$ de MnO dans la composition du spinelle artificiel, la fluorescence, d'un vert superbe, donne la même bande verte, mais considérablement plus intense.

» Si, au lieu de manganèse, on introduit $\frac{1}{100}$ d'oxyde de chrome, il se développe une magnifique fluorescence rouge, présentant les caractères de celle des spinelles naturels ordinaires.

» Ainsi, la fluorescence rouge des spinelles est due au chrome et leur fluorescence verte au manganèse. »

M. l'amiral **Paris**, en signalant à l'Académie un Mémoire de M. le vice-amiral *Cloué*, sur le « filage de l'huile », présente à ce sujet les observations suivantes :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Mémoire de M. le vice-amiral Cloué sur le *filage de l'huile*, expression usitée pour le procédé qu'il propose pour apaiser les flots d'une mer agitée. L'amiral cite tellement de faits et montre une telle conviction dans l'effet si remarquable de l'huile répandue à la surface d'une grosse mer, que l'on ne peut s'empêcher de prendre ses propositions en sérieuse considération.

» Mais la nature et l'importance des propositions de l'amiral Cloué me font penser qu'il serait très utile de profiter de l'entente générale pour les questions de Physique, entente qui est un des faits remarquables de notre époque, et à laquelle on doit des progrès aussi rapides qu'importants. Les peuples mesurent, à bien dire, la Terre en commun, par suite de l'Association géodésique; ils étudient de même les variations de notre atmosphère et bien d'autres questions naturelles. Est-ce que, pour un procédé extraordinaire, destiné à donner des sécurités inconnues à la navigation, il n'y aurait pas lieu de procéder d'une manière analogue?

» Ainsi, un navire ne pourrait-il pas être mis à la disposition de

---

[1] La fluorescence montre que la magnésie employée contient encore quelques légères traces de Mn; réduite en sulfate, cette magnésie donne un faible rose, ce qui conduit à la même conclusion. D'après son mode de préparation, l'alumine contenait peut-être des traces d'alcali dont la présence pourrait avoir favorisé la formation du vert, mais ne l'aurait point produit en l'absence de manganèse.

M. l'amiral Cloué, au mois de décembre ou de janvier prochain? Ce serait, pour la Marine, une dépense de matières consommables, et la question pourrait être étudiée à fond par l'amiral. Mais, en outre, s'il a été utile de réunir les géodésiens et bien d'autres professions savantes, ne le serait-il pas de convoquer des marins de tous les pays, qu'ils appartiennent à l'État, à des Compagnies, ou qu'ils commandent des navires de commerce? Le mérite est le même pour tous et tous sont intéressés aux grandes questions de la navigation. Ce seraient quelques frais de table, pour leur séjour à bord. On hâterait ainsi beaucoup la solution de ce problème si singulier; car, pour faire adopter un tel procédé, il ne suffit pas de savoir que l'huile répandue à la surface des flots en égalise les aspérités et les bouillonnements, il faut connaître les qualités préférables, les meilleurs procédés pour répandre à la surface, et les quantités nécessaires, suivant la force des vagues et la grandeur des navires. Bref, je crois que, pour entraîner la conviction nécessaire, il ne faudrait pas se borner à dire : voilà une chose utile, employez-la. Il faut ajouter : voici la meilleure manière de s'en servir, ce qu'elle coûte et ce qu'elle produit. On ne met pas un fusil dans les mains d'un conscrit sans lui montrer l'exercice et la valeur de son engin. Il faut ajouter que de telles expériences doivent être faites avec soin, pour que quelques heures servent de base à un usage général et prolongé. De plus, les circonstances de mer doivent être soigneusement appréciées; car si, au lieu d'opérer pendant que le vent a conservé sa force, on le fait au moment où il vient de s'apaiser, c'est la nature qui agit au lieu du procédé. Ainsi le calme du vent se fait presque subitement après la renverse de nord-ouest qui termine souvent les longs coups de vent de sud-ouest.

» Qu'on me pardonne d'émettre personnellement ces idées; mais elles me semblent naturelles et elles sont basées sur le désir de voir réussir au plus tôt et complètement les idées émises par un officier de Marine tel que M. l'amiral Cloué. »

(Cette Note de M. l'amiral Pâris sera transmise à M. le Ministre de la Marine.)

MÉMOIRES LUS.

MINÉRALOGIE. — *Présence de l'albite en cristaux, ainsi que de l'apatite et de la schéelite, dans les filons aurifères de Morro-Velho, province de Minas-Geraes (Brésil)*; par **Dom Pedro Augusto de Saxe-Cobourg-Gotha.**

« Des silicates anhydres et cristallisés sont très rarement associés aux minéraux constitutifs des filons métallifères. Aussi je crois devoir signaler la présence de l'albite en cristaux dans les filons aurifères de Morro-Velho.

» Je possédais depuis longtemps, dans ma collection, des échantillons de chaux carbonatée ferrifère et de fer spathique, provenant de Morro-Velho. Je n'ai pas tardé à remarquer la présence de cristaux doués d'une grande transparence et parfois d'un blanc laiteux, qui me semblaient appartenir à un minéral tout à fait indépendant des deux carbonates dont j'ai parlé plus haut. Au premier abord, j'ai cru me trouver en présence de cristaux tabulaires de barytine. L'essai au chalumeau m'a fait voir qu'il n'en était pas ainsi.

» J'ai alors mesuré les angles $(pa^{\frac{1}{2}})$ et (pa^1) et j'ai trouvé 97°64′ pour le premier et 127°43′ pour le second. Ce ne pouvait donc être que de l'albite, non seulement à cause du résultat de cette mesure, mais aussi parce que les cristaux sont des prismes doublement obliques, souvent maclés et donnant l'angle rentrant ou gouttière, caractéristique de ce minéral. Ils ressemblent beaucoup aux beaux cristaux que le Tyrol fournit aux collections. Ayant envoyé quelques petits fragments à M. H. Gorceix, directeur de l'École des Mines d'Ouro-Preto, il a confirmé ma détermination, en ajoutant qu'il se rappelait avoir trouvé la même substance, en très petits cristaux, aux mines de Passagem, dans la province de Minas-Geraes.

» Les cristaux de Morro-Velho sont d'une beauté exceptionnelle et quelques-uns dépassent la dimension de $0^m,05$.

» A raison de l'intérêt que présente la formation de l'albite dans de telles conditions, je crois devoir signaler, en outre, les relations de ce minéral avec ceux qui l'accompagnent.

» Dans l'un des échantillons que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, des cristaux d'albite, dans leur état incolore et transparent habituel,

se sont déposés sur de gros cristaux de pyrrhotine, lorsque, sans aucun doute, ceux-ci étaient déjà formés.

» Sur un autre, au contraire, des cristaux d'albite non moins nets sont recouverts et comme saupoudrés de petits cristaux de pyrrhotine qui, toutefois, se sont précipités avec une préférence marquée sur des cristaux de calcite.

» La schéelite en gros cristaux octaédriques, très remarquables par une couleur rouge rappelant celle du grenat essonite, couleur qui, je crois, n'a pas encore été signalée pour cette substance, s'est trouvée aussi à Morro-Velho. Cette coloration peut être due soit à l'acide vanadique, soit à l'acide chromique.

» De l'apatite incolore et en gros cristaux lui est associée. Ci-jointe l'indication de la mesure des angles. Les faces b^2 de Miller sont excessivement développées.

Observé par M. Des Cloizeaux au goniomètre d'application.	Calculé d'après Miller.
$mm = 120°$	$aa = 120°$
$mh^1 = 150°$	$ap = 150°$
$mb^2 = 113°15'$	$ai = 112°55'$
$mb^1 = 130°$	$ax = 130°12'$
$b^2b^2 = 156°30$	$ii = 157°33$
$a^2a^1 = 161°$	$er = 160°32'$

» On sait que l'apatite est rare dans les filons métallifères, à part ceux qui contiennent le minerai d'étain.

» Ainsi les filons d'or de Morro-Velho sont remarquables dans leur constitution minéralogique, non seulement parce qu'ils offrent les plus beaux cristaux connus de pyrite magnétique, mais aussi par la présence de la schéelite et de l'apatite. De plus, ils sont du très petit nombre des filons métallifères proprement dits qui contiennent des silicates anhydres. Ils se rapprochent donc, par ces caractères, des filons titanifères des Alpes, et surtout des filons d'étain où se trouvent la tourmaline et la topaze, ainsi que ceux d'émeraude de Muso.

» La présence de silicates anhydres n'exclut aucunement l'intervention des sources thermales dans les filons dont il s'agit. Leur association avec la pyrrhotine et la calcite est même un des meilleurs arguments en faveur de cette intervention. On sait d'ailleurs qu'on est parvenu à produire expérimentalement des silicates anhydres dans l'eau surchauffée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H. **Parenty** adresse, par l'entremise de M. *Haton de la Goupillière*, un « Mémoire sur le compteur de vapeur et fluides à hautes pressions ».

(Commissaires : MM. Resal, Lévy, Haton de la Goupillière.)

M. B. **Pradines** adresse un Mémoire relatif à certaines relations entre les chaleurs spécifiques des corps et leurs densités.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. A. **Ducat** adresse une Note relative à l'extraction possible du sucre de topinambour, pour remplacer le sucre de betterave.

(Renvoi à l'examen de M. Peligot.)

M. C. **Bedel du Tertre** adresse un Mémoire relatif aux moyens les plus propres à éviter les abordages en mer.

(Renvoi à la Commission nommée pour cette question.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, de la part de Mme Vve *Th. Oppolzer*, une médaille frappée à Vienne, en mémoire de notre illustre et regretté Correspondant.

M. A.-F. **Marion**, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Scacchi**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouveau Volume du « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique, par M. *C. Jordan;* Tome III : Calcul intégral, Équations différentielles ».

2° La « Climatologie de la ville de Fécamp; ses rapports avec la météorologie du département de la Seine-Inférieure; par MM. *Charles* et *Eugène Marchand*. (Présenté par M. Hervé Mangon.)

3° Le Compte rendu de la quinzième session de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenue à Nancy, en 1886; IIe Partie : Notes et Mémoires. (Présenté par M. Friedel.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes cubiques Cremona d'ordre fini.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Je me suis déjà occupé (*Comptes rendus,* 20 octobre 1884 et 6 juillet 1885; *Journal de Mathématiques,* 1886) des *groupes cubiques Cremona,* c'est-à-dire des groupes formés de substitutions birationnelles

$$\left| z_i \quad \varphi_i\binom{n}{z} \right|, \qquad i=1,\ 2,\ 3,$$

la *dimension n* de la substitution étant un entier positif, au plus égal à trois. Si $n=3$, toutes les cubiques du réseau, représenté en coordonnées homogènes z_i, par

$$\sum_i u_i\varphi_i=0, \qquad u_i=\text{const. arbitraire},$$

ont, comme on sait, un même point double fixe, ou *pôle,* et quatre points d'intersection fixes ou *fondamentaux*.

» Dans toutes mes recherches précédentes, j'ai supposé expressément : 1° qu'il n'existait pas de points fondamentaux ou de pôles infiniment voisins les uns des autres; 2° que le groupe était *monopolaire,* c'est-à-dire que toutes les substitutions cubiques du groupe avaient même pôle. Je me propose actuellement d'étendre les résultats déjà obtenus, en m'affranchissant de la première des deux restrictions précédentes, autrement dit de considérer les groupes cubiques Cremona monopolaires dans toute leur généralité.

» Voici les principales propositions de la théorie :

» Théorème I. — *Tout groupe cubique Cremona monopolaire est composé de substitutions de la forme*

$$R = \left| \begin{matrix} z_1 & (p_{11}z_1 + p_{12}z_2)(a_{n-2}z_3 + a_{n-1}) \\ z_2 & (p_{21}z_1 + p_{22}z_2)(a_{n-2}z_3 + a_{n-1}) \\ z_3 & A_{n-1}z_3 + A_n \end{matrix} \right|, \quad n = 1,\ 2 \text{ ou } 3,$$

où les p sont des constantes de déterminant $\neq 0$, les a et les A *des formes binaires en z_1 et z_2 d'ordre égal à l'indice et identiquement nulles pour un indice négatif.*

» Quoique la dimension n ne dépasse pas trois dans un groupe cubique, les propriétés des substitutions telles que R, ou *tautopolaires,* et celles des groupes *tautopolaires,* formés par ces substitutions, sont indépendantes de la grandeur de l'entier positif n. Ces propriétés sont données par la proposition suivante :

» Théorème II. — *Tout groupe tautopolaire* G, *dérivé de substitutions* R, *où n est un entier positif quelconque, est isomorphe au groupe* Σ *dérivé des substitutions linéaires binaires*

$$\left| \begin{matrix} z_1 & p_{11}z_1 + p_{12}z_2 \\ z_2 & p_{21}z_1 + p_{22}z_2 \end{matrix} \right|,$$

et à a substitution unité de Σ *correspond dans* G *le groupe* normal Γ, *dérivé des substitutions* normales

$$\left| \begin{matrix} z_1 & z_1(b_{n-2}z_3 + b_{n-1}) \\ z_2 & z_2(b_{n-2}z_3 + b_{n-1}) \\ z_3 & B_{n-1}z_3 + B_n \end{matrix} \right|,$$

où b, B *désignent des formes binaires en z_1, z_2 d'ordre égal à l'indice.* Γ *est holoédriquement isomorphe au groupe linéaire binaire* γ, *dérivé des substitutions*

$$\left| \begin{matrix} t_1 & B_{n-1}t_1 + B_n t_2 \\ t_2 & b_{n-2}t_1 + b_{n-1}t_2 \end{matrix} \right|,$$

où il faut considérer z_1 et z_2 comme constantes.

» Pour que G soit d'ordre fini, il faut et il suffit que Σ et Γ soient d'ordre

fini; γ doit donc être aussi d'ordre fini *pour* z_1 *et* z_2 *quelconques.* Σ et γ peuvent se construire à l'aide des théories connues sur les groupes linéaires binaires d'ordre fini.

» Ce théorème est le développement d'une proposition donnée dans la Communication du 6 juillet 1885, mais nous trouvons actuellement une bien plus grande variété de groupes normaux.

» Tout groupe Γ normal et d'ordre fini Ω appartient à l'un des types ci-dessous, où les a et les b ont la même signification que précédemment.

» *Premier type :* $\Omega=4$. — Γ est dérivé des deux substitutions

$$A=\begin{vmatrix} z_1 & z_1(a_{m-2}z_3+a_{m-1}) \\ z_2 & z_2(a_{m-2}z_3+a_{m-1}) \\ z_3 & -(a_{m-1}z_3+a_m) \end{vmatrix},\qquad B=\begin{vmatrix} z_1 & z_1(b_{n-2}z_3+\ldots) \\ z_2 & z_2(b_{n-2}z_3+\ldots) \\ z_3 & -(b_{n-1}z_3+\ldots) \end{vmatrix},$$

$$2a_{m-1}b_{n-1}=a_m b_{n-2}+b_n a_{m-2},$$

$$A^2=B^2=1,\qquad AB=BA.$$

A ou B peuvent manquer et Ω se réduire à 2.

» Les autres groupes normaux s'obtiennent en transformant par une substitution tautopolaire E, convenablement choisie, l'un des groupes suivants :

» *Deuxième type :* $\Omega=2\lambda$. — Γ dérive de

$$A=\begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & \tau z_3 \end{vmatrix},\qquad B=\begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-2} \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-2} \\ z_3 & b_p \end{vmatrix},$$

$$\tau^\lambda=1,\qquad B^2=1,\qquad B^{-1}AB=B^{-1}.$$

B peut manquer et Ω se réduire à λ.

» *Troisième type :* $\Omega=24$. — γ octaédrique; Γ dérive de

$$D=\begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_2 \\ z_3 & iz_3 \end{vmatrix},\quad i^4=1,\qquad B=\begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_3 & b_p^2 \end{vmatrix}$$

et

$$C=\begin{vmatrix} z_1 & iz_1 b_{p-1}(b_{p-1}z_3+b_p) \\ z_2 & iz_2 b_{p-1}(b_{p-1}z_3+b_p) \\ z_3 & b_p(b_{p-1}z_3-b_p) \end{vmatrix}.$$

» Les puissances impaires de D peuvent manquer, γ devenir tétraédrique et Ω se réduire à 12.

» *Quatrième type :* $\Omega = 60$. — γ icosaédrique ; Γ dérive de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 \\ z_2 & z_2 \\ z_3 & \tau z_3 \end{vmatrix}, \quad \tau^5 = 1, \qquad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_2 & z_2 z_3 b_{p-1}^2 \\ z_3 & b_p^2 \end{vmatrix}$$

et

$$C = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 b_{p-1}(b_{p-1} z_3 + \Lambda b_p) \\ z_2 & z_2 b_{p-1}(b_{p-1} z_3 + \Lambda b_p) \\ z_3 & -b_p(\Lambda b_{p-1} z_3 + b_p) \end{vmatrix}, \quad \Lambda = \frac{1}{\tau^{-1} - \tau}.$$

» Les groupes normaux que j'ai donnés précédemment sont tous contenus dans le premier type actuel.

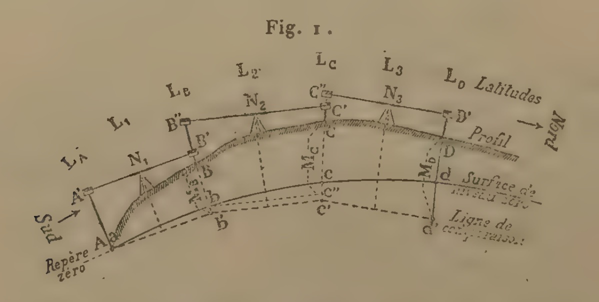
» Si G est cubique, Γ l'est aussi ; il faut donc déterminer les coefficients des formes a et b et la substitution E, de façon que la dimension d'aucune substitution ne dépasse trois. Ce sera l'objet d'une communication ultérieure. »

TOPOGRAPHIE. — *Sur les nivellements de précision*. Mémoire de M. le colonel **Goulier**, présenté par M. F. Perrier. (Extrait par l'auteur.)

§ Ier. — *Corrections orthométriques.*

« Dans le nivellement géométrique représenté par la *fig.* 1, on considère habituellement comme égales les distances A′a, B′b, comprises entre

Fig. 1.



les points de mire et la surface de niveau zéro. En général, cette égalité n'existe pas, puisqu'on démontre, en Mécanique, que les écartements de deux surfaces de niveau telles que ab et A′B′ varient, aux points a et b,

en raison inverse des intensités de la pesanteur en ces points, intensités qui, on le sait, vont en augmentant depuis l'équateur jusqu'aux pôles de la Terre. Il résulte de l'inégalité de ces deux longueurs $A'a$ et $B'b$ que l'altitude calculée pour le point B exprime, non pas, comme on le croit généralement, la *distance* Bb du point B à la surface du niveau zéro, mais bien la distance Bb' du même point à l'extrémité d'une droite ab', parallèle et sensiblement égale à $A'B'$. On commet donc, sur l'altitude cherchée, une erreur bb'.

» En raisonnant de même pour la seconde nivelée, on voit que l'on y commet une erreur partielle cc'' et que, par suite, l'altitude calculée pour le point C est affectée d'une erreur cc' égale à la somme des erreurs partielles, bb' et cc'', des deux nivelées consécutives, et ainsi de suite.

» Or, en partant du principe rappelé ci-dessus, que les écartements aA' et bB' sont en raison inverse des intensités de la pesanteur en a et en b, et de la formule de Clairaut $g' = g(1 - \alpha \cos 2L)$, expression dans laquelle α est un coefficient que l'on regarde comme constant, g' et g sont les intensités de la pesanteur au niveau de la mer, respectivement aux points dont les latitudes sont L et 45°, on trouve facilement les formules suivantes :

$$\Delta K = -\frac{2\alpha}{R}\,\frac{\sin 2L}{1 - \alpha\cos 2L}\,p\left(\frac{M' + M''}{2} + 1^{m},50\right)\ (^1)$$

et

$$K_N = \Sigma_A^N \Delta K,$$

expressions dans lesquelles on a

ΔK = correction partielle (bb', cc'', ...) de chaque nivelée,
K_N = somme de ces corrections de A à N,
R = rayon de courbure moyen du méridien,
p = longueur de la projection, sur le plan méridien, de la distance horizontale de deux points consécutifs,
M' et M'' = les altitudes brutes de ces deux points.

» Nous ne pouvons pas expliquer ici comment on simplifie cette formule, ni par quels artifices numériques et graphiques on peut en faciliter l'application; contentons-nous de faire remarquer que, dans la valeur de ΔK,

---

(1) Si l'on supprime, dans cette formule, des quantités habituellement négligeables, on la transforme dans celle que M. Wittstein a donnée dans les *Astronomische Nachrichten* de 1873, n° 1939.

sauf p et $\frac{M'+M''}{2}$, les autres quantités sont, ou constantes ou peu variables, et que, pour conclure des altitudes d'un nivellement calculées à la manière ordinaire, altitudes que nous appellerons *brutes* ou *métriques*, des nombres exprimant les distances des repères à la surface de niveau zéro, distances que nous appellerons *altitudes orthométriques*, il suffira d'ajouter aux premières les corrections orthométriques K_N, puis que, pour obtenir celles-ci, au lieu de faire, comme on vient de le supposer, des calculs se rapportant à chacune des nivelées successives, on peut, comme cela a été fait pour le nivellement de Bourdalouë, se contenter d'opérer par sections de 10^{km} à 30^{km}.

» Ces corrections, qui, toutes choses égales d'ailleurs, sont proportionnelles aux altitudes $\frac{M'+M''}{2}$, sont souvent négligeables; mais parfois leurs valeurs dépassent de beaucoup l'effet des erreurs accidentelles des opérations. Ainsi, tandis que, pour un cheminement allant de Marseille à Dunkerque, en passant par les régions basses de l'ouest de la France, la correction totale est de $-0^m,02$, elle est de $-0^m,31$ pour un second cheminement réunissant ces deux villes, en passant par les régions montagneuses de l'est (c'est, en France, le maximum des corrections de cheminement partant de Marseille). Pour le polygone formé de ces deux cheminements, la partie de l'erreur de fermeture qui provient des erreurs orthométriques est donc $0^m,29$. Or, pour le nivellement de Bourdalouë *revisé*, l'erreur de fermeture brute (la somme algébrique des différences de niveau de ce polygone) est $0^m,47$. Après corrections orthométriques, cette erreur de fermeture se réduit à $0^m,18$. Par conséquent, pour le polygone considéré (développement, 4464^{km}), l'emploi des corrections orthométriques diminue l'erreur de fermeture dans la proportion de 5 à 2. Cet emploi diminuerait l'erreur dans le rapport de 5 à 1 pour des opérations faites avec le degré d'exactitude que l'on sait actuellement atteindre dans les nivellements de précision.

» L'avantage est moindre pour des polygones ordinaires. Ainsi, pour des cheminements du nivellement de Bourdalouë, ayant un développement de 28153^{km}, les erreurs kilométriques probables, conclues des erreurs de fermeture de quarante-cinq polygones, ont été trouvées : de $2^{mm},9$ pour les altitudes métriques ou brutes, et de $2^{mm},4$ seulement pour les altitudes orthométriques. L'avantage des corrections orthométriques est ici encore assez marqué, et le calcul de ces corrections peut être rendu assez rapide

pour qu'on ne doive pas hésiter à les faire subir à tous les repères d'un nivellement primordial.

» Pour obtenir la formule des corrections orthométriques, on est parti de la formule de Clairaut qui a été établie dans l'hypothèse de la *fluidité de la Terre* et qui, par suite, exprime les variations de la pesanteur sur l'ellipsoïde terrestre ; on pourrait être tenté d'en conclure que les altitudes orthométriques ont pour surface de comparaison cet ellipsoïde. Cette conclusion serait erronée ; car, dans les raisonnements, on n'a considéré que la vraie surface de niveau zéro, que certains savants appellent le *géoïde*, et qui est l'ellipsoïde plus ou moins déformé par des attractions locales ou par la variété des densités des matières qui constituent la croûte terrestre. Ce géoïde est d'ailleurs plus éloigné du centre de la Terre sous les continents; il est plus rapproché sous les mers. Il résulte de ces irrégularités que les intensités de la pesanteur, qui entrent implicitement dans la formule des corrections orthométriques et, par suite, ces corrections elles-mêmes sont entachées d'erreurs. Toutefois, un examen détaillé de la question a montré que ces erreurs doivent le plus souvent se noyer dans celles qui proviennent des opérations faites sur le terrain. Par suite, à l'inverse de ce qui a lieu pour les altitudes métriques, et de ce que nous avons montré pour celles des deux cheminements reliant Dunkerque à Marseille, tous ceux des cheminements qui, partant du repère zéro, aboutiront à un même point N, donneront pour ce point des altitudes orthométriques dont les discordances seront de l'importance des erreurs dues aux opérations. »

ÉLASTICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient d'élasticité de l'acier.* Note de M. E. MERCADIER, présentée par M. Sarrau.

« Dans une Communication récente faite à l'Académie (voir *Comptes rendus*, t. CV, p. 215), j'ai trouvé, en me servant des vibrations transversales de disques circulaires, que le coefficient d'élasticité de l'acier fondu était égal à 20608.

» Cette détermination peut se faire d'une manière plus simple en utilisant les vibrations transversales de lames rectangulaires dont le nombre n est donné par la formule

(1) $$n = \frac{\lambda'^2}{4\pi\sqrt{3}} \sqrt{\frac{gq'}{d}} \frac{e}{l^2},$$

dans laquelle e représente l'épaisseur, l la longueur, q' le coefficient d'élasticité, d le poids spécifique, λ' la plus petite racine de l'équation

$$(e^{\lambda}+e^{-\lambda})\cos\lambda - 2 = 0,$$

égale à 4,745.

» J'ai montré précédemment l'exactitude de cette formule. On en déduit

$$q' = 48\,\frac{n^2\pi^2 l^4 d}{e^2\lambda'^4 g}. \tag{2}$$

» Les avantages de l'emploi de cette formule sur celle qui est relative aux disques circulaires sont : 1° qu'elle ne dépend pas, au moins directement, du rapport $\frac{\lambda}{\mu}$ des constantes d'élasticité; 2° qu'elle permet de prendre une masse d'épaisseur assez grande pour rendre négligeables les défauts d'homogénéité du métal, tout en lui donnant une longueur telle que le nombre des vibrations soit assez petit pour pouvoir être déterminé avec beaucoup d'exactitude.

» J'ai pris une lame *du même acier* que celui dans lequel avaient été découpés les disques qui ont servi à la détermination du coefficient 20608, et dont les dimensions sont : $l = 678^{mm}$, $e = 11^{mm},55$, $d = 0,00000782$ (poids en kilogrammes de 1^{mmc}), nombre déterminé précédemment *par l'expérience*.

» La largeur, qui n'entre pas dans la formule, est de 109^{mm}, de sorte qu'on opère ainsi sur une masse d'acier pesant $6^{kg},690$ environ et dont la densité *calculée* est 7,83.

» Le nombre de vibrations complètes n se détermine très aisément et très exactement en posant la lame sur deux supports rectilignes, placés perpendiculairement à la longueur, aux points où se trouvent les deux lignes nodales caractéristiques du son fondamental de la lame vibrant librement, c'est-à-dire aux 0,22 de la longueur à partir des extrémités. On place un électro-aimant au-dessous et au centre de la lame; un style en acier est fixé à l'une des extrémités au-dessus d'une plaque interruptrice de platine; dans le circuit d'un élément de pile se trouvent la plaque interruptrice, le style, la lame d'acier et un petit électro-aimant à armature très légère dont l'axe porte un autre style destiné à inscrire ses mouvements sur le cylindre enfumé d'un chronographe à côté de celui d'un diapason d'environ 100 vibrations complètes. Les vibrations de la lame sont ainsi entretenues électriquement, inscrites sur le chronographe et

évaluées avec une grande exactitude par comparaison avec celles du diapason étalonné d'avance avec soin.

» J'ai trouvé ainsi $n = 133,28$. On comprend, d'après la petitesse de ce nombre, que l'entretien électrique de la lame et l'inscription de ses vibrations s'effectuent sans aucune difficulté.

» Toutes les quantités qui entrent dans la formule (2) sont donc ainsi déterminées avec toute la précision désirable; en les y portant et faisant le calcul, on trouve

$$q' = 20962.$$

» En comparant cette valeur avec celle $q = 20608$ trouvée avec des disques circulaires, on voit qu'elles ne diffèrent pas tout à fait de 2 pour 100. En prenant la moyenne

$$Q = 20785,$$

on a pour le coefficient d'élasticité de l'acier fondu en expérience une valeur qui présente beaucoup de garanties d'exactitude.

» Il est intéressant de la comparer à celles qui résultent des expériences de Wertheim (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XII, 1844).

» On sait que ce physicien prenait les métaux sous forme de verge ou de fil cylindriques d'environ 1m de longueur, les pinçait au milieu dans un étau, les faisait vibrer transversalement, et faisait inscrire les vibrations directement sur un appareil chronographique; il déduisait de ce nombre, de la densité et des dimensions de la verge, son coefficient d'élasticité.

» En ce qui concerne spécialement l'acier fondu, on trouve dans le Mémoire de Wertheim deux nombres : l'un à la page 405, l'autre à la page 425 et qui est adopté définitivement page 442. Les voici, désignés par q_1 et q_2, avec les données qui leur correspondent :

	Longueur.	Diamètre.	Densité.
$q_1 = 20698$........	500mm	10mm	7,84
$q_2 = 18247$........	500mm	3mm	7,72

» Ces deux valeurs diffèrent entre elles de plus de 12 pour 100. Wertheim ne dit nulle part pourquoi il adopte définitivement la seconde. La différence des densités ne pourrait produire qu'une différence d'environ 1,5 pour 100 ; d'autre part, les coefficients d'élasticité trouvés par l'allongement ne diffèrent que de 1,5 pour 100, et précisément dans le sens indiqué par les densités. Y avait-il entre les deux genres d'acier des différences d'ordre chimique assez grandes pour produire une variation

supérieure à 10 pour 100? Wertheim ne le dit pas; mais la première détermination, faite sur une masse de métal beaucoup plus grande, paraît présenter plus de certitude. On remarquera qu'elle est identique à celle que je trouve ci-dessus (la densité du métal est la même).

» En tout cas, on me permettra d'insister sur la facilité de ce mode de détermination du coefficient d'élasticité faite sur une grande masse de métal de forme prismatique, *posée* simplement sur deux lignes nodales, ce qui lui laisse toute liberté de mouvements, dont le nombre de vibrations par seconde est assez grand pour qu'on puisse être sûr de l'évaluer à 0,001 près, et dont les vibrations sont entretenues électriquement.

» La mise en œuvre de ce procédé est d'ailleurs très rapide, et je pense qu'on pourrait s'en servir avantageusement dans les laboratoires des usines métallurgiques. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres du didyme et du samarium.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« Dans une Communication antérieure, j'ai montré que l'on observait sur les produits de fractionnement du praséodyme la bande $\lambda = 469$ (à force égale de la bande $\lambda = 444$) avec des intensités très différentes, et j'en ai conclu que la raie $\lambda = 469$ n'appartenait pas au praséodyme. Ayant continué les fractionnements, je puis confirmer ma première observation, mais non pas la conclusion que j'en ai tirée.

» On voit, en effet, dans les fractions ne donnant plus trace de la bande $\lambda = 444$, caractéristique du praséodyme, une bande étroite $\lambda = 469,8$, nette, d'aspect analogue à la raie 427,5 du didyme. Cette bande n'appartient donc pas au praséodyme. D'autre part, sur les portions les plus pures du praséodyme, ne contenant plus qu'un peu de lanthane, on observe, encore très forte, une bande nébuleuse, diffuse, $\lambda = 469$ environ, d'aspect très différent de celui de la précédente. On doit donc conclure simplement que ces deux bandes ont une longueur d'onde voisine et sont distinctes l'une de l'autre, la première appartenant à un corps encore inconnu.

» Sur les portions du néodyme pur de praséodyme et ne contenant que peu de samarium, on trouve quelques raies qui n'ont pas encore été décrites, à ma connaissance :

» 1° $\lambda = 464$ environ, raie assez étroite sur le bord peu réfrangible de

la raie nébuleuse correspondante ($\lambda = 461,8$, Lecoq de Boisbaudran) du didyme.

» 2° $\lambda = 430$ environ, raie étroite un peu faible. M. Soret a signalé autrefois, à cette place, une raie douteuse.

» 3° La raie $\lambda = 476$ environ du spectre du didyme paraît, en solution azotique, formée d'une double raie forte dont la composante la plus réfrangible est aussi la plus intense; les λ sont

$$\lambda_1 = 473,4, \qquad \lambda_2 = 476,8.$$

» Ces raies se voient sur la solution dans l'acide azotique pur de l'azotate de néodyme.

» Dans une publication récente (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. 20, p. 2134), MM. Krüss, Gerhardt et Nilson annoncent comme nouveau, entre autres choses, qu'ils ont trouvé le samarium formé d'au moins deux corps simples, définis, l'un par la raie 416,7, l'autre par le reste des raies du samarium. Il a sans doute échappé à ces savants que j'avais, depuis un an déjà, annoncé le même fait (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1551) et que je l'avais confirmé ultérieurement (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 580). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques tellurures cristallisés.* Note de M. **Ch. Fabre**, présentée par M. Berthelot.

« 1. La préparation de plusieurs tellurures métalliques a été réalisée par M. Margottet, en faisant passer des vapeurs de tellure sur le métal chauffé au rouge; on peut aussi les obtenir en chauffant dans l'azote un mélange de tellure en poudre et de métal réduit en limailles.

» 2. Les tellurures de fer, de nickel, de cobalt, de thallium, composés qui n'avaient pas encore été obtenus, sont cristallisés, inaltérables à froid par l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, mais lentement altérables dans l'air humide. Réduits en poudre fine, ils se dissolvent facilement dans le brome et l'eau de brome, en donnant le bromure correspondant, de l'acide bromhydrique et de l'acide tellureux.

» 3. *Tellurure de fer* : FeTe. — Masse cristalline gris d'acier; raye le verre.

		Trouvé.	Calculé.
Fe	28,0	30,41	30,43
Te	64,0	69,98	69,57
FeTe	92,0	99,79	100,00

» Le fer a été dosé à l'état de sesquioxyde, le tellure par précipitation à l'acide sulfureux.

» La dissolution du tellurure de fer dans le brome et l'eau de brome a été effectuée dans la fiole calorimétrique de M. Berthelot. Deux mesures ont donné, par équivalent de tellurure, vers 20° :

	$+65^{Cal},40$	$+64^{Cal},80$	Moy....	$+65^{Cal},10$
Poids du tellurure de fer......	$1^{gr},758$	$0^{gr},6618$		

» On peut en déduire la chaleur de formation du tellurure de fer cristallisé x :

État initial : Fe^2 sol., Te crist., 7 Br liq., 4 H gaz, 4 O gaz
État final : $(Fe^2Br^2 + Br)$ diss., $2(TeO^2, Aq)$ diss., 4 H Br diss.

» On trouve ainsi

$$x = +7^{Cal},79.$$

» 4. *Tellurure de cobalt :* CoTe. — Masse cristalline brunâtre qui renferme

		Trouvé.	Calculé.
Co.................	29,5	31,04	31,55
Te.................	64,0	68,17	68,45
CoTe...............	93,5	99,21	100,00

» La dissolution de ce corps dans le brome et l'eau de brome a donné par équivalent, vers 23° :

	$+57^{Cal},51$	$+58^{Cal},37$	Moy....	$+57^{Cal},94$
Poids du tellurure employé ..	$1^{gr},192$	$1^{gr},042$		

» On déduit de cette donnée et des précédentes que

$$\text{Co sol} + \text{Te crist} = \text{Co Te crist} + 7^{Cal},65.$$

» 5. *Tellurure de nickel :* NiTe. — Il se présente sous la forme de petits cristaux d'un gris légèrement rougeâtre ; il contient :

		Trouvé.	Calculé.
Ni.................	29,5	30,97	31,55
Te.................	64,0	68,09	68,45
NiTe...............	93,5	99,06	100,00

» L'action du brome et de l'eau de brome a donné, vers 22° :

	$+57^{Cal},59$	$+56^{Cal},89$	Moy....	$+57^{Cal},24$
Poids du tellurure employé...	$2^{gr},191$	$1^{gr},0465$		

d'où l'on déduit

$$\text{Ni sol} + \text{Te crist} = \text{NiTe crist} + 7^{\text{Cal}},55.$$

» 6. *Tellurure de thallium :* TlTe. — L'aspect de ce tellurure rappelle assez bien celui de la galène, mais il se ternit assez rapidement à l'air; il se laisse pulvériser très facilement; il renferme :

		Trouvé.	Calculé.
Tl..................	203	75,91	76,03
Te..................	64	23,72	23,97
TlTe..............	267	99,63	100,00

» En le dissolvant dans le brome et l'eau de brome, j'ai obtenu, vers 22°, par équivalent :

	$+79^{\text{Cal}},10$	$+80^{\text{Cal}},44$	Moy.. $+79^{\text{Cal}},77$
Poids de tellurure employé......	$1^{\text{gr}},0315$	$1^{\text{gr}},549$	

» On en déduit

$$\text{Tl sol.} + \text{Te crist.} = \text{TlTe crist.} + 6^{\text{Cal}},12.$$

» 7. Les tellurures de zinc, de cadmium, de cuivre, de plomb, sont bien connus. Voici les résultats de l'étude calorimétrique de ces composés.

» 1° *Tellurure de zinc :* ZnTe. — Dissolution dans le brome et l'eau de brome :

Poids de tellurure employé..........	$2^{\text{gr}},4472$	$1^{\text{gr}},009$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 25°.	$+56^{\text{Cal}},27$	$+56^{\text{Cal}},79$	Moy.. $+56^{\text{Cal}},58$

par suite

$$\text{Zn sol.} + \text{Te crist.} = \text{ZnTe crist.} + 18^{\text{Cal}},61.$$

» 2° *Tellurure de cadmium :* CdTe. — Même méthode :

Poids de tellurure..................	$1^{\text{gr}},1107$	$1^{\text{gr}},8665$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 21°.	$+57^{\text{Cal}},20$	$+57^{\text{Cal}},02$	Moy.. $+57^{\text{Cal}},11$

d'où

$$\text{Cd sol.} + \text{Te crist.} = \text{CdTe crist.} + 9^{\text{Cal}},98.$$

» 3° *Tellurure de cuivre :* Cu^2Te. — Même méthode :

Poids de tellurure..................	$1^{\text{gr}},6035$	$1^{\text{gr}},2455$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 20°.	$+64^{\text{Cal}},13$	$+64^{\text{Cal}},75$	Moy.. $+64^{\text{Cal}},44$

d'où

$$\text{Cu}^2\text{ sol.} + \text{Te crist.} = \text{Cu}^2\text{Te crist.} + 7^{\text{Cal}},15.$$

» 4° *Tellurure de plomb :* PbTe. — Même méthode :

Poids de tellurure..................	$0^{gr},8725$	$1^{gr},3055$	
Chaleur dégagée par équiv. vers 22°.	$+52^{Cal},15$	$+52^{Cal},61$	Moy.. $+52^{Cal},38$

d'où

$$\text{Pb sol.} + \text{Te crist.} = \text{PbTe crist.} + 5^{Cal},71.$$

» 8. Comparons les chaleurs de formation des tellurures et des séléniures cristallisés.

Séléniures.	Cal	*Tellurures.*	Cal
Fe sol. + Se mét. = FeSe crist....	+ 9,22	Fe sol. + Te crist. = FeTe crist...	+ 7,79
Co sol. + Se mét. = CoSe crist....	+ 9,44	Co sol. + Te crist. = CoTe crist...	+ 7,65
Ni sol. + Se mét. = NiSe crist.....	+ 9,21	Ni sol. + Te crist. = NiTe crist...	+ 7,55
Zn sol. + Se mét. = ZnSe crist....	+ 20,20	Zn sol. + Te crist. = ZnTe crist...	+ 18,61
Cd sol. + Se mét. = CdSe crist....	+ 12,10	Cd sol. + Te crist. = CdTe crist...	+ 9,98
Cu^2 sol. + Se mét. = Cu^2Se crist...	+ 10,42	Cu^2 sol. + Te crist. = Cu^2Te crist..	+ 7,15
Tl sol. + Se mét. = TlSe crist.....	+ 8,86	Tl sol. + Te crist. = TlTe crist....	+ 6,12
Pb sol. + Se mét. = PbSe crist....	+ 7,88	Pb sol. + Te crist. = PbTe crist...	+ 5,71

» La comparaison des nombres de ces deux Tableaux semble montrer que, dans la même famille, à mesure que le poids équivalent du métalloïde qui se combine au métal augmente, la quantité de chaleur dégagée par la combinaison diminue. Il serait maintenant utile, pour vérifier cette hypothèse, de rechercher quelle est la chaleur de formation des sulfures cristallisés correspondants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers succinimidoacétique et camphorimidoacétique.* Note de MM. **Alb. Haller** et **G. Arth**, présentée par M. Berthelot.

« On sait, depuis les travaux de M. Mentschutkine [1] sur le succinimide, de M. L. Cohn [2] sur la phtalimide, et de M. Landsberg [3] sur ces mêmes imides, que ces corps sont susceptibles d'échanger de l'hydrogène contre des métaux.

» D'après ce dernier auteur, ces imides renfermant le groupement

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharm.*, t. CLXII, p. 165.
(2) *Ibid.*, t. CCV, p. 300.
(3) *Ibid.*, t. CCXV, p. 172.

$\begin{matrix}-CO\\-CO\end{matrix}\rangle AzH$, la substitution du métal porte sur l'hydrogène du radical AzH.

» Nous nous sommes servis des dérivés sodés de la succinimide et de la camphorimide, celle-ci se comportant comme ses analogues vis-à-vis des métaux alcalins, pour faire la synthèse.

1° *De l'éther succinimidoacétique.* — On prépare ce corps en ajoutant à une solution de succinimide (1^{mol}) dans l'alcool absolu 1^{mol} d'alcoolate de sodium et chauffant avec de l'éther monochloracétique (1^{mol}). Quand une petite portion du liquide étendu d'eau ne présente plus de réaction alcaline, on chasse l'alcool par distillation, et l'on soumet le résidu à la cristallisation. On obtient ainsi une masse confuse, déliquescente, qu'on fait cristalliser dans l'éther. Les cristaux obtenus ne sont pas encore purs; on les passe entre des doubles de papier et on les dissout de nouveau dans l'éther. Après plusieurs traitements, le nouveau dérivé se présente sous la forme de fines aiguilles, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il fond à 66°,5 (corr.) en un liquide incolore qui reste en surfusion à la température ordinaire.

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^8H^{11}AzO^4$.
C	51,82	51,89
H	6,28	5,94
Az	7,60	7,56

» Ce corps se forme en vertu de la réaction

$$\begin{matrix}CH^2-CO\\|\\CH^2-CO\end{matrix}\rangle AzNa + CH^2Cl, CO^2C^2H^5$$

$$= NaCl + \begin{matrix}CH^2-CO\\|\\CH^2-CO\end{matrix}\rangle AzCH^2, CO^2C^2H^5.$$

» 2° *De l'éther camphorimidoacétique.* — Ce corps se prépare comme le précédent, en ajoutant de l'éther monochloracétique à une solution de camphorimide sodée dans de l'alcool absolu.

» Il cristallise, au sein de l'alcool, en gros cristaux transparents, solubles dans l'éther, et fondant à 86° (corrigé).

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $C^{14}H^{21}AzO^{4}$.
C	62,56	62,92
H	7,48	7,86
Az	5,14	5,24

» Il se forme en vertu d'une réaction analogue à celle qui donne naissance à l'éther succinimidoacétique. La formule de constitution est

$$C^8H^{14}\langle{}^{CO}_{CO}\rangle AzCH^2,CO^2C^2H^5.$$

» *Action de l'alcoolate de sodium sur l'éther succinimidoacétique.* — Les auteurs cités plus haut ont mis en évidence la facilité avec laquelle les imides succinique et phtalique échangent de l'hydrogène contre les métaux.

» Ainsi que nous l'avons dit, les travaux de M. Landsberg ne laissent aucun doute sur la constitution de ces composés métalliques qui ont pour formule $\begin{matrix}-CO\\-CO\end{matrix}\rangle AzM$. Dans ces corps, le groupe imide doit son caractère acide au voisinage des deux radicaux CO, comme le fait se présente d'ailleurs avec les acides parabanique, barbiturique et dialurique.

» La préparation des éthers ci-dessus a eu pour but de nous assurer si l'influence des deux groupes CO se manifeste sur le groupe méthylène, malgré l'interposition d'un atome d'azotate, en un mot, si l'hydrogène de $\begin{matrix}-CO\\-CO\end{matrix}\rangle Az, CH^2$ est susceptible d'être remplacé par du métal et partant par des radicaux organiques.

» Pour élucider cette question, nous avons traité $3^{gr},70$ (1^{mol}) d'éther succinimidoacétique, dissous dans 10 parties d'alcool absolu, par $0^{gr},43$ (1^{mol}) de sodium dissous dans le même alcool. On a obtenu ainsi une masse gélatineuse, qu'on a étendue sur des plaques de porcelaine poreuse et desséchée dans le vide. Séché, ce corps a un aspect corné et se détache difficilement des plaques sur lesquelles on l'avait étendu. Il absorbe l'humidité de l'air et se dissout complètement dans l'eau.

» L'analyse de ce composé sodé a donné 13 pour 100 de sodium, au

lieu de 11,11 qu'exige la théorie pour la formule

$$\begin{matrix} CH^2\text{-}CO \\ | \\ CH^2\text{-}CO \end{matrix}\Big\rangle AzCH Na, CO^2C^2H^5.$$

» Nous nous proposons de revenir sur ce dérivé, et de nous assurer si la substitution a réellement lieu suivant nos prévisions théoriques. S'il en est ainsi, nous avons l'intention de préparer, avec d'autres imides et avec les acides parabanique, barbiturique et dialurique, des composés analogues à ceux que nous avons décrits plus haut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel isomère de la benzine.* Note de M. G. **Griner**, présentée par M. Friedel.

» Il existe, comme on le sait, un isomère de la benzine appartenant à la série grasse : c'est le corps découvert par M. L. Henry et nommé par lui *dipropargyle.* J'ai obtenu un autre isomère de la benzine, en faisant agir sur la combinaison cuprique de l'allylène un oxydant peu énergique, le ferricyanure de potassium en présence de la potasse (procédé de M. Glaser modifié par M. Baeyer).

» J'ai opéré de la manière suivante : j'ajoute d'un seul coup la solution alcaline de ferricyanure à la combinaison cuprique, et je distille. Il passe avec l'eau un corps solide qui, recueilli sur un filtre et séché, est distillé. Le produit passe à la distillation vers 129°-130°; il fond à 64°.

» Les analyses conduisent à la formule C^nH^n; voici ces analyses :

				Théorie pour C^nH^n.
Substance.......	0,1804	C pour 100......	91,90	92,31
CO^2............	0,6080	H pour 100......	7,89	7,69
H^2O............	0,1282			
Substance.......	0,2132	C pour 100......	91,96	
CO^2............	0,7190	H pour 100......	7,76	
H^2O............	0,1490			

» Les densités de vapeurs conduisent à la formule C^6H^6. On a trouvé dans deux expériences successives :

		Théorie pour C^6H^6.
I. D.........	2,79	D......... 2,70
II. D........	2,83	

» Ce carbure fonctionne comme un corps non saturé. En solution dans le sulfure de carbone, il fixe à froid 4Br. Le bromure est très nettement cristallisé; il fond vers 44°.

» Ce corps ne se combine pas au chlorure cuivreux ammoniacal; il n'est donc pas acétylénique. D'après la manière dont il a été obtenu, la formule la plus simple qu'on pourrait lui attribuer serait

$$CH^3 - C \equiv C - C \equiv C - CH^3.$$

Mais l'étude des dérivés sera nécessaire pour savoir si c'est bien à celle-là qu'il convient de s'arrêter [1]. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques relatives aux observations présentées par M.* Grawitz *sur la préparation des chromates d'aniline et leurs applications*. Note de MM. **Ch. Girard** et **L. L'Hote.**

« Nous n'avons que quelques mots à répondre aux observations formulées par M. Grawitz (*Comptes rendus*, 18 juillet 1887). Tous les teinturiers en noir d'aniline, qui font intervenir les chromates dans leur bain, obtiennent nécessairement par double décomposition un chromate d'aniline. Mais nous persistons à dire que personne avant nous *n'avait isolé et étudié le bichromate d'aniline*, sel cristallisé dont nous avons donné la formule et les propriétés chimiques.

» C'est ce bichromate d'aniline qui nous a permis de préparer méthodiquement un certain nombre de couleurs (mauvéine, phéno-safranine, violaniline, etc.) et qui nous conduira, nous l'espérons, à la génération du noir d'aniline.

» Ce bichromate, à l'état de pureté, contrairement à ce que prétend M. Grawitz, ne peut être isolé lorsqu'on opère avec une solution acide d'un sel d'aniline.

» En résumé, nos recherches, purement scientifiques, n'ont actuellement aucun rapport avec les nombreux brevets pris depuis 1858 pour l'application à la teinture au noir d'aniline. »

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences de Paris.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Des effets de la salaison sur la virulence de la viande de porc charbonneux.* Note de M. F. PEUCH, présentée par M. A. Chauveau.

« Il est établi aujourd'hui que le *Bacillus anthracis* peut se développer dans l'organisme du porc. Tout récemment même, j'ai communiqué le charbon à cinq porcelets, âgés de deux à quatre mois, en leur inoculant soit du sang charbonneux frais, soit une culture pure de *Bacillus anthracis*. Dès lors, j'ai pensé qu'il y aurait quelque utilité, au point de vue de l'hygiène publique, à rechercher quels sont les effets de la salaison sur la viande de porc charbonneux.

» Pour cela, un jambon provenant d'un porc qui venait de mourir du charbon fut recouvert de sel marin concassé, sans addition d'aucune autre substance, et laissé ainsi pendant un mois et demi. Préalablement, une tranche de ce jambon, à l'état frais, avait été comprimée au moyen d'une presse à viande; le jus ainsi obtenu, inoculé à deux cobayes, leur avait transmis le charbon. Puis, lorsque la salaison de cette pièce de viande fut jugée complète, c'est-à-dire au bout d'un mois et demi, on en découpa une tranche, que l'on fit tremper pendant deux heures dans de l'eau filtrée; on en exprima le jus avec la presse. Ce jus fut immédiatement inoculé à quatre cobayes, à la dose de $\frac{4}{10}$ de centimètre cube pour chacun d'eux et à trois lapins, qui en reçurent une dose double. Cette opération produisit une légère intumescence et une certaine rougeur au point inoculé, surtout chez les lapins, mais ne communiqua le charbon à aucun des sujets.

» Trois gouttes de ce jus, déposées dans un matras contenant du bouillon de bœuf, légèrement alcalinisé et stérilisé à 115°, donnèrent naissance, au bout de quelques heures et à la température de + 30°, à une multitude innombrable de microcoques et de bacilles, animés de mouvements très variés. On inocula 1^{cc} de ce liquide de culture à un lapin et $\frac{8}{10}$ de centimètre cube à deux cobayes. Ces trois animaux résistèrent parfaitement : aucun d'eux ne contracta le charbon.

» Ces expériences démontrent donc que la salaison telle qu'on la pratique dans les ménages, c'est-à-dire au moyen du sel marin exclusivement, détruit la virulence de la viande de porc charbonneux.

» Toutefois, pour qu'il en soit ainsi, il faut que la salaison soit bien

complète, ce que l'on reconnaît à la fermeté de la viande, à l'odeur particulière qu'elle exhale et à l'aspect uniformément rouge de la coupe.

» Si la salaison est incomplète, la virulence persiste. Ainsi un jambon de porc mis à saler depuis quatorze jours et dont la chair n'était point ferme, sans exhaler cependant de mauvaise odeur, a fourni un jus doué d'une certaine virulence : un lapin, sur trois auxquels on a injecté sous la peau $\frac{8}{10}$ de centimètre cube de ce jus, est mort du charbon en quatre-vingt-dix-sept heures, les deux autres ont survécu; mais trois cobayes, qui en avaient reçu $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, sont morts tous les trois du charbon. En outre, un quatrième cobaye, inoculé avec une culture de ce jus dans du bouillon de bœuf, a également succombé à cette maladie.

» Il y aurait donc du danger à consommer de la viande de porc charbonneux qui ne serait pas salée à fond. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau microbe, déterminant la fermentation indigotique et la production de l'indigo bleu.* Note de M. **E. Alvarez**, présentée par M. Bouchard.

« On sait que l'indigo du commerce s'obtient par le traitement spécial que l'on fait subir à une plante des *Indigofera*, de la famille des légumineuses. La plante contient une matière incolore, un glucoside soluble dans l'eau. On fait dissoudre le glucoside par une macération de quelques heures, en laissant le liquide exposé à l'air et en facilitant l'action de l'oxygène par un battage prolongé. L'indigo bleu insoluble se précipite et on le sépare par filtration. Un fait des plus importants de cette fabrication étant une fermentation encore inconnue, je me suis proposé de l'étudier, surtout au point de vue de l'agent producteur.

» En faisant macérer quelques feuilles d'*Indigofera* dans un peu d'eau stérilisée, on reproduit, en petit, la fabrication industrielle. Au bout de douze à vingt-quatre heures, on voit apparaître la matière bleue à la surface du liquide, sous la forme de pellicule, en même temps qu'on observe une élévation de température et un dégagement de gaz. Vient-on à déchirer la pellicule, l'indigo se précipite et une nouvelle pellicule se forme, de manière que la matière colorante se produit surtout à la surface du liquide, au contact de l'air. En examinant cette pellicule au microscope, je l'ai trouvée composée d'une grande quantité de microbes, entourés de fins cristaux d'indigo disposés d'une façon spéciale. Après isolement des

divers micro-organismes qui s'y trouvaient mélangés, j'ai déterminé celui qui produit la fermentation.

» Si l'on fait une décoction de la plante, qu'on stérilise après l'avoir placée dans des éprouvettes ou dans des ballons Pasteur, on peut conserver au liquide sa coloration rougeâtre plusieurs mois, sans que l'indigo se produise. Si, au contraire, on ajoute quelques microbes de la pellicule de fermentation ordinaire, soit la bactérie spéciale isolée, on obtient, au bout de quelques heures, une abondante production d'indigo.

» Comme je l'ai déjà indiqué, j'ai isolé, par la méthode des plaques, les divers microbes qui se trouvent dans la fermentation produite à l'air libre, et j'y ai trouvé des microcoques et plusieurs bacilles; mais c'est seulement un de ces bacilles qui produit la fermentation indigotique. Toutes les autres formes restent sans action pour la production de la matière colorante bleue.

» Le bacille indigogène est de dimensions assez variables, court et gros; il présente généralement 3^{μ} de longueur et $1^{\mu},5$ de largeur. Il a ses extrémités arrondies et se trouve souvent en chaînettes composées de six, huit individus réunis bout à bout ou plus encore. Il est entouré d'une capsule tout à fait semblable à celles des microbes du rhinosclérome et de la pneumonie, avec lesquels il a la plus grande ressemblance comme apparence microscopique. Cette capsule est difficile à voir; c'est dans les cultures récentes et surtout dans celles qui proviennent d'un animal inoculé (ce microbe est pathogène, comme nous le verrons plus tard) qu'elle se voit le mieux. Cette bactérie est très mobile dans les cultures anciennes, moins dans les cultures récentes, parce qu'elle y est entourée d'une matière visqueuse, formant ainsi une espèce de zooglée.

» Ce micro-organisme se cultive facilement sur les divers terrains nutritifs employés pour la culture des microbes. Des tubes d'agar-peptone, ensemencés et placés dans l'étuve à 37°, montrent, au bout de quatre à cinq heures, une culture qui se développe rapidement et devient très abondante en peu de temps. Elle se fait surtout en surface, sous forme d'une matière blanc jaunâtre, très saillante à la surface du terrain. Dans les parties profondes de la ponction faite pour l'ensemencement, elle est beaucoup moins abondante. Il y a production de gaz qui produisent parfois des bulles dans la culture et qui infiltrent les parties profondes, produisant une fragmentation de l'agar.

» Cultivée dans une décoction stérilisée de feuilles d'*Indigofera*, cette bactérie détermine rapidement l'apparition d'indigo bleu, qui la colore

elle-même au bout d'un certain temps, de manière que l'examen microscopique peut se faire très bien sans employer de réactifs colorants. On voit alors les microbes colorés en bleu, vivants et mobiles.

» Les microbes du rhinosclérome et de la pneumonie déterminent aussi la fermentation indigotique; ils prennent la coloration bleue et la même apparence que la bactérie indigogène. Il en est de même d'une bactérie trouvée dans les selles normales.

» Entre les microbes pathogènes que j'ai pu soumettre à l'expérimentation, ceux du charbon, du choléra des poules, de l'érysipèle, de la blennorrhagie, de la suppuration (*Piogenus albus et aureus*) ne produisent pas cette fermentation.

» Ce microbe est pathogène. Inoculé à des cobayes, par des injections intraveineuses ou dans des organes très vasculaires comme le poumon, il détermine une mort rapide. Après trois à douze heures, selon la quantité et l'endroit de l'inoculation, l'animal est abattu, marche difficilement, paraît hyperesthésié et crie au moindre attouchement, montre une certaine élévation de température et a des selles difficiles, qui paraissent fibrineuses à leur sortie. L'abattement s'accentue et la mort survient au bout de huit heures à quarante-huit heures. En ponctionnant un endroit quelconque du corps, après stérilisation, on obtient des cultures pures de la bactérie indigogène.

» A l'autopsie, on trouve le tube digestif congestionné et la muqueuse recouverte d'une matière épaisse, blanchâtre et contenant des microbes. Le foie, la rate et surtout les reins sont congestionnés. Le calice, les bassinets et les uretères sont parfois remplis d'une masse fibrineuse, solide, qui les dilate comme une forte injection. La vessie, ordinairement dilatée, contient une urine trouble avec dépôt blanchâtre et beaucoup de microbes. Des ensemencements faits avec le sang du cœur ou des viscères donnent des cultures de bactérie indigogène. A l'examen microscopique, on trouve, en général, les vaisseaux du rein dilatés et remplis de bactéries.

» Si l'on fait l'inoculation dans des endroits peu vasculaires, dans le tissu cellulaire sous-cutané, on n'obtient qu'une inflammation locale, avec gonflement, rougeur et élévation de température disparaissant au bout de quelques jours sans laisser de traces.

» *Conclusions.* — 1° L'indigo est un produit de fermentation.

» 2° Cette fermentation est déterminée par un microbe spécial.

» 3° Ce microbe est un bâtonnet capsulé, ayant la plus grande ressemblance avec ceux de la pneumonie et du rhinosclérome.

» 4° Ceux-ci produisent également la fermentation indigotique.

» 5° La bactérie indigogène a des propriétés pathogènes et détermine soit une inflammation locale passagère, soit la mort rapide avec congestions viscérales et exsudats fibrineux, surtout dans les organes génito-urinaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les formes bactériennes qu'on rencontre dans les tissus des individus morts de la fièvre jaune*. Note de M. **J.-B. de Lacerda**, présentée par M. Bouchard.

« Il y a un mois environ, j'ai commencé au laboratoire du Musée National, à Rio, des recherches sur la cause de la fièvre jaune. Je me suis proposé : 1° de chercher, par des procédés histologiques, les formes bactériennes qui peuvent exister dans les tissus des individus décédés de la fièvre jaune ; 2° de faire des cultures méthodiques avec des tissus et du sang de même provenance, et de constater si ces cultures inoculées sur des animaux reproduisent la maladie avec ses symptômes caractéristiques. Je n'indiquerai aujourd'hui que les résultats obtenus pour la première partie de ce plan de recherches.

» J'ai pris le foie et les reins appartenant à six individus décédés dans l'hôpital de Jurujuba, ces viscères ayant été recueillis quelques heures à peine après le décès et conservés dans l'alcool. J'ai pratiqué des coupes histologiques nombreuses, qui ont servi à mes préparations (1).

» Dans toutes ces préparations, sans exception. j'ai trouvé une bactérie tout à fait identique à celle que M. Babes avait déjà trouvée sur des viscères qui ont été envoyés d'ici à M. Cornil par moi, en 1883 (2).

» Dans le foie, cette bactérie se trouve répandue partout ; elle forme des amas sur les cellules du parenchyme ; elle remplit les capillaires et les canalicules biliaires ; dans les reins, elle se montre dans les vaisseaux vides de sang, dans les canalicules urinifères, dans les anses vasculaires des glomérules et dans les espaces lymphatiques. Dans le foie, elle retient difficilement la matière colorante ; dans les reins, au contraire, elle se colore très bien et peut alors être étudiée dans tous ses détails morphologiques.

---

(1) La méthode employée a été celle de Gram, les coupes étant colorées avec le violet de méthyle en solution aqueuse, le bain colorant restant à la température de 45° pendant une demi-heure. Les préparations ont été montées dans le baume et examinées au microscope, avec un grossissement de 800 diamètres.

(2) Cette bactérie est figurée en héliogravure dans la première planche de l'Atlas qui accompagne l'Ouvrage de ces auteurs.

» Cette bactérie a invariablement l'aspect de chaînettes, formées par une série de granules, à dimensions à peu près égales, à forme légèrement allongée, se rapprochant de la forme cylindrique, les points d'articulation des granules étant bien soudés pour empêcher la désagrégation facile des chaînettes. Quand la bactérie ne prend pas la couleur, les granules ont un éclat argentin à la lumière réfléchie.

» Ce qui distingue cette bactérie de toutes celles qui ont été étudiées jusqu'ici, c'est la tendance à présenter constamment des *formes ramifiées*. Souvent elle se montre sous l'aspect d'une tige trifurquée, les deux rameaux latéraux sortant au même niveau et se courbant légèrement, en même temps que la tige centrale se prolonge dans le sens opposé au point d'émergence. D'autres fois, elle est constituée par de longues tiges, dont l'une est presque droite, l'autre un peu courbée, la tige courbe ayant une dichotomie. Dans d'autres cas, ce sont deux tiges droites, d'une longueur à peu près égale, ressemblant à un compas ouvert à angle aigu. D'autres fois, les tiges se coupent à angle droit, de façon à se rapprocher de la forme en croix. Il y en a d'autres qui sont à peine bifurquées, les deux rameaux, l'un plus court que l'autre, se courbant dans le sens opposé, de manière à donner une forme qui rappelle les crocs dont se servent les matelots. D'autres encore sont constituées par trois tiges, de même longueur, divergentes, sortant au même niveau, se rapprochant de la forme d'une palme. Souvent le granule de la chaînette d'où sortent les rameaux ou dichotomies est plus gros que les autres, et présente une forme plutôt sphérique que cylindrique. D'autres fois, c'est le granule terminal du rameau qui est le plus gros et sphérique.

» Je dois ajouter que, sur des préparations faites par M. Goes avec du sang récent de malade, j'ai trouvé des formes plus ou moins semblables. Il n'y a pas de doutes pour moi que le peu de formes non ramifiées, qu'on trouve dans les tissus et dans le sang, soient déjà le résultat d'une désagrégation accidentelle [1].

» Nous avons donc un caractère morphologique d'une très grande valeur, pour la distinction spécifique de la bactérie de la fièvre jaune. Grâce à ce caractère, elle ne peut se confondre avec aucune des bactéries pathogènes qui ont été décrites jusqu'à ce jour. Elle constitue un type [2]. »

---

(1) Dans la première planche de l'Atlas de MM. Cornil et Babes, sont figurées la forme trifurquée et la forme en croix.

(2) Je transmets, avec cette Communication, un dessin très exact des formes que je viens de décrire. Elles sont figurées avec un grossissement de 800 diamètres.

MÉDECINE. — *Du pouls géminé, comme guide dans l'administration de la digitale.* Note de M. **P. Duroziez**, présentée par M. Bouchard.

« Dès 1850, nous avons appelé le pouls géminé pouls *digitalique*, tant il est fréquent à la suite de l'administration de la digitale à dose trop forte pour le malade en traitement. Pour nous, l'apparition du pouls géminé est un avertissement de nous arrêter. Si le pouls de régulier devient géminé, nous n'avons rien gagné, nous eussions mieux fait de ne pas employer la digitale. Si le pouls d'irrégulier devient géminé, l'effet est suffisant : nous avons bien opéré, mais nous devons nous arrêter.

» Le pouls géminé est constitué par des paires de pulsations composées d'une forte et d'une faible, la pulsation faible pouvant disparaître, mais existant encore au cœur. Il peut être régulier et constant; le pouls radial bat alors la moitié du pouls cardiaque. Le pouls cardiaque est géminé, le pouls radial ne l'est plus.

» Il n'est pas nécessaire que le pouls géminé soit constant, pour nous servir d'avertissement; même inconstant, il avertit encore.

» Le pouls géminé pourrait conserver son titre, même trijugué, quadrijugué, quintijugué. Ce qui le caractérise, c'est la régularité dans l'irrégularité. Le pouls géminé serait seulement un type dont s'approcheraient plus ou moins les autres formes.

» Le pouls géminé n'appartient pas à la digitale seule. On le rencontre dans l'asthme bronchique et on l'a produit expérimentalement sur les animaux.

» On l'a appelé *bigéminé, alternant, hémisystolique*.

» Le pouls géminé existe dans les veines, mais renversé; c'est la première pulsation qui tend à disparaître.

» Il est indispensable d'étudier le pouls géminé au cœur, dans les artères et dans les veines.

» Le pouls géminé est un signe d'utilité pratique. »

M. **Th. Rétault** adresse, de Châteauroux, une Note portant pour titre « Éruptions internes du Soleil, leurs causes, etc. ».

M. **A. Bianchi** adresse, de Toulouse, une Note concernant la nature des protubérances solaires.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1887.

(*Suite.*)

Vingtième Rapport sur la maladie de la vigne; par Paillet (Léon). Marseille, 1887; br. in-8°. (Quatre exemplaires.)

Comptes rendus des séances de la huitième Conférence générale de l'Association géodésique internationale et de sa Commission permanente réunies à Berlin du 27 *octobre au* 1er *novembre* 1886, rédigés par le Secrétaire perpétuel A. Hirsch. Verlag von Georg Reimer in Berlin, 1887; in-4°.

Commission géologique et d'Histoire naturelle du Canada. Rapport annuel (nouvelle série); Vol. I, 1885.

De Meteoriet van Djati-Pengilon (*Java*), door den mijningenieur R.-D.-M. Verbeek. Amsterdam, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. Daubrée.)

Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger. 1873-76. *Zoology*, Vol. XVII, XVIII (first Part, second Part, Plates); Vol. XIX. *Botany*, Vol. II. London, 1886-87; 6 vol. in-4°.

Johns Hopkins University Baltimore. Studies from the biological laboratory; Vol. IV, n° 1; br. in-8°.

Explorations on the west coast of Floride and in the okeechobee wilderness; by Angelo Heilprin (*Transactions of the Wagner free Institute of Science of Philadelphia*), Vol. I, may 1887. (Deux exemplaires.)

Royal irish Academy. Cunningham Memoirs, n° 4. *Dynamics and modern geometry; a new chapter in the theory of screws; by* sir Robert-S. Ball. Dublin, 1887; br. in-4°.

Veröffentlichung des Königl. Preussischen geodätischen Instituts. Astronomisch-geodätische Arbeiten. I. Ordnung. *Telegraphische Längenbestimmungen in den Jahren* 1885 *und* 1886. Berlin, 1887; in-4°.